

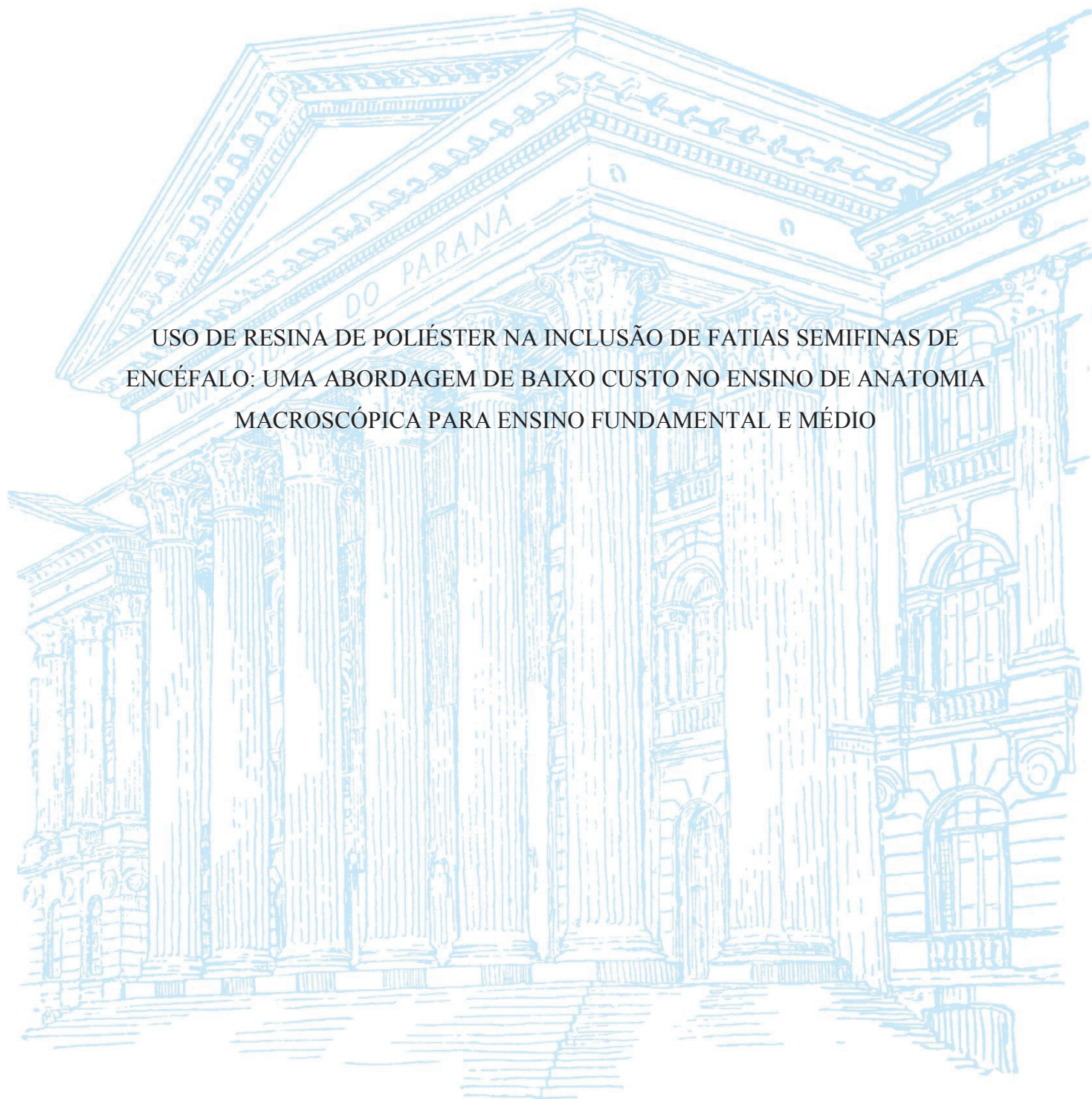
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

LUIS AMÉRICO JULIATTO

USO DE RESINA DE POLIÉSTER NA INCLUSÃO DE FATIAS SEMIFINAS DE
ENCÉFALO: UMA ABORDAGEM DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE ANATOMIA
MACROSCÓPICA PARA ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

CURITIBA

2019



LUIS AMÉRICO JULIATTO

USO DE RESINA DE POLIÉSTER NA INCLUSÃO DE FATIAS SEMIFINAS DE
ENCÉFALO: UMA ABORDAGEM DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE ANATOMIA
MACROSCÓPICA PARA ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Mestrado Profissional em Ensino de
Biologia em Rede Nacional - ProfBio,
Setor de Ciências Biológicas, Universidade
Federal do Paraná – UFPR, como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Prof. Dr. Edson Antonio
Tanhoffer

CURITIBA

2019

Universidade Federal do Paraná. Sistema de Bibliotecas.
Biblioteca de Ciências Biológicas.
(Giana Mara Seniski Silva – CRB/9 1406)

Juliatto, Luis Américo

Uso de resina de poliéster na inclusão de fatias semifinas de encéfalo: uma abordagem de baixo custo no ensino de anatomia macroscópica para ensino fundamental e médio. / Luis Américo Juliatto. – Curitiba, 2019.
36 p.: il.

Orientador: Edson Antonio Tanhoffer

Trabalho de conclusão (mestrado profissional) - Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação ProfBio - Ensino de Biologia em Rede Nacional.

1. Biologia (Estudo e ensino) 2. Material didático 3. Modelos biológicos 4. Cérebro I. Título II. Tanhoffer, Edson Antonio III. Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação ProfBio - Ensino de Biologia em Rede Nacional.

CDD (20. ed.) 371.33

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em PROFBIO ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado Profissional de **LUIS AMÉRICO JULIATTO**, intitulada: **"USO DE RESINA DE POLIÉSTER NA INCLUSÃO DE FATIAS SEMIFINAS DE ENCÉFALO: UMA ABORDAGEM DE BAIXO CUSTO NO ENSINO DE ANATOMIA MACROSCÓPICA PARA ENSINO FUNDAMENTAL E MÉDIO"**, sob orientação do Prof. Dr. EDSON ANTONIO TANHOFFER, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua **APROVAÇÃO** no rito de defesa.

A outorga do título de Mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

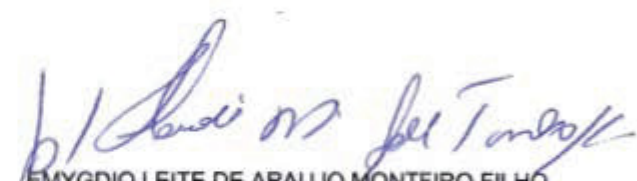
Curitiba, 26 de Julho de 2019.



EDSON ANTONIO TANHOFFER
Presidente da Banca Examinadora



DIEGO DE CARVALHO
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE DO OESTE DE
SANTA CATARINA)



EMYGDIO LEITE DE ARAUJO MONTEIRO FILHO
Avaliador Externo (DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA -
UFPR)

RELATO DO MESTRANDO

Instituição: Universidade Federal do Paraná – UFPR

Mestrando: Luis Américo Juliatto

Título do TCM: Uso de resina de poliéster na inclusão de fatias semifinas de encéfalo: uma abordagem de baixo custo no ensino de anatomia macroscópica para ensino fundamental e médio

Data da defesa: 26 de julho de 2019

Sou Luis Américo Juliatto, ou o somente professor Luis ou também professor Juliatto ...há tanto tempo, que esses parecem ser os meus nomes.

Desde que me lembro, sempre gostei de coisas bem explicadas. Quando não as sabia, buscava saber, ia atrás das respostas, pois sempre tive o desejo de saber e a inclinação para compartilhar o que sabia.

Quando criança, assistia ao programa Cosmos – do cientista, astrônomo e biólogo americano Carl Seagan – e em certo episódio ele dizia: “eu não quero acreditar, eu quero saber” e essa frase sempre foi minha companheira nos momentos de estudo. Entender o que estudava e saber como explicar sempre foi o meu foco.

Minha profissão foi a extensão do que sempre fiz. Apaixonado pelas aulas de ciências desde a antiga 5ª série, na faculdade escolhi o curso de Ciências Biológicas por inclinação e hoje sou professor dessa disciplina no ensino público e privado há mais de vinte anos.

Durante minha profissão, fiz especialização e participei de vários cursos, palestras e atualizações; porém, longe da Universidade. Fazer um mestrado parecia um sonho cada vez mais distante, até surgir a oportunidade ofertada pelo ProfBio.

É difícil mensurar o quanto esse mestrado foi enriquecedor. O aprendizado com professores excelentes, a reciclagem dos conhecimentos, o contato com novas teorias e novas práticas, o convívio com colegas de diferentes lugares, experiências e idades foi o combustível para que esse período passasse rápido e que cada encontro fosse ansiosamente esperado. Olhando agora para trás, percebo que não sou o mesmo professor. A oportunidade deste mestrado profissional – numa universidade pública e renomada, onde já fizera minha graduação – tenho certeza de que me tornou um novo mestre com melhores metodologias e novas perspectivas em continuar na busca incessante por mais conhecimento e aperfeiçoamento na constante transmissão do saber e no auxílio ao protagonismo dos estudantes.

Agradeço a minha esposa pelo apoio incondicional; agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) pela concessão da bolsa de estudos durante o mestrado; agradeço a todos os professores neste percurso, em especial ao meu orientador. E agradeço imensamente a todos os colegas, melhor dizendo, amigos, pela convivência inesquecível desta turma do ProfBio.

“Dada a vastidão do espaço e na imensidão do tempo, é uma alegria poder compartilhar um planeta e uma época com vocês”.

Carl Seagan por Luis Juliatto

AGRADECIMENTOS

A minha esposa pelo apoio incondicional durante o percurso desse mestrado.

Ao meu orientador por todo o tempo que dedicou a me ajudar durante o processo de realização deste trabalho.

A UFPR pelo acolhimento e ambiente oferecido aos seus alunos e aos excelentes profissionais que se disponibilizaram a nos ensinar.

Aos amigos encontrados e reencontrados durante esse mestrado.

Este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido no Setor de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná, sob a orientação do Prof. Dr. Edson Antonio Tanhoffer, e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

RESUMO

No ensino de Biologia e Ciências a compreensão da morfologia macroscópica prioriza a visão bidimensional, muito mais por fatores logísticos do que pedagógicos. Tal visão, oferecida pelos livros didáticos, é o fator limitante mais importante para o domínio destas competências. Modelos tridimensionais de boa qualidade são de custo elevado. Materiais biológicos de procedência conhecida e ética também são infrequentes, sua preparação e conservação exigem mão de obra especializada, curadoria constante e ainda requerem substâncias químicas no seu preparo que são irritantes, tóxicas ou com potencial de abuso, e.g. formol, álcool, clorofórmio. A necessidade de aproximar o estudante do conteúdo ministrado em sala de aula enriquecendo a didática e melhorando o processo ensino-aprendizagem faz com que haja uma busca de novas maneiras e materiais que auxiliem o professor neste desenvolvimento. O protocolo de ação para a produção de material didático, para o ensino de Anatomia, fazendo uso de fatias semifinas de encéfalo de vertebrados, fixado e posteriormente incluídas em resina acrílica de poliéster facilita o contato real do estudante com o exposto teoricamente, desvinculando da necessidade de um laboratório de Ciências e Biologia, uma vez que a resina é um material leve, atóxico, de grande durabilidade e que pode ser levado para dentro da sala de aula. A escolha de peças da neuroanatomia (encéfalos) se mostra interessante devido a sua complexidade estrutural e de nomenclatura que, ao ser vista e manuseada, facilita ao estudante a correlação teórico-prática.

PALAVRAS-CHAVE: material didático, resina de poliéster, encéfalo.

ABSTRACT

In the teaching of biology and science the understanding of macroscopic morphology prioritizes the two-dimensional view, much more for logistic than pedagogical factors. Such a view, offered by textbooks, is the most important limiting factor for mastering these skills. Good quality three-dimensional models are costly. Biological materials of known origin and ethics are also infrequent, their preparation and preservation require skilled labor, constant curation and even require chemicals in their preparation that are irritating, toxic or with potential for abuse, e.g. formaldehyde, alcohol, chloroform. The need to bring the student closer to the content taught in the classroom enriching the didactics and improving the teaching-learning process leads to a search for new ways and materials that help the teacher in this development. The action protocol for the production of didactic material for the teaching of anatomy, using semifi slices of vertebrate brain, fixed and later included in polyester acrylic resin facilitates the real contact of the student with the theoretically exposed, disconnecting from the need from a science and biology lab, since resin is a lightweight, non-toxic, long-lasting material that can be taken into the classroom. The choice of neuroanatomy (brain) pieces is interesting because of their structural and nomenclature complexity that, when viewed and handled, facilitates the student's theoretical-practical correlation.

KEYWORDS: teaching materials, polyester resin, brain.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Encéfalo de cão	20
Figura 2 - Máquina de cortar frios	21
Figura 3 - Corte do material	22
Figura 4 - Aspecto do material após corte coronal	22
Figura 5 - Aspecto do material após corte e retirado do bloco de alginato	23
Figura 6 - Alginato utilizado na estabilização do material	24
Figura 7 - Preparação da peça anatômica e inclusão em alginato	25
Figura 8 - Aspecto do bloco de alginato após retirada do molde	25
Figura 9 - Preparação da resina de poliéster	26
Figura 10 - Preparação do molde	27
Figura 11 - Preparação da primeira camada de resina antes da adição do material	28
Figura 12 - Adição do material na primeira camada de resina	28
Figura 13 - Material inteiramente mergulhado na resina	29
Figura 14 - Material emblocado pós polimerização completa da resina	29
Figura 15 - Lixas utilizadas na finalização do material	30
Figura 16 - Lixas e blocos polimerizados em diferentes estágios de acabamento	31
Figura 17 - Protótipo finalizado	32
Figura 18 - Protótipo finalizado	32

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Mistura resina x catalisador e tempos de polimerização

26

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	19
3. MATERIAL E MÉTODOS	19
4. RESULTADOS	33
5. DISCUSSÃO	34
6. CONCLUSÃO	35
REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Anatomia - ciência que estuda a morfologia do corpo humano, estando encarregada de nomear e descrever suas estruturas constituintes no nível macroscópico e microscópico (DANGELO & FATTINI, 2007). O termo deriva do grego “*ana*” = de alto a baixo; “*tomia*” = corte, e foi inicialmente estudada por dissecação, a separação cuidadosa, por meio de corte, das estruturas a fim de estudar suas relações (TORTORA, 2007).

Curiosidade, o desejo do conhecimento e a luta pela sobrevivência, levaram o homem a interessar-se pela anatomia. O estudo da anatomia e o modo de funcionamento dos organismos, não somente humano, mas dos mais diversos seres, sempre despertou interesse, o que demanda, predominantemente, da sua dissecação, ou seja, na abertura e posterior exploração de organismos mortos, com o propósito de estudar diferentes órgãos, outras peças anatômicas e suas correlações fisiológicas.

Na história, o estudo da anatomia remonta a vários séculos antes de Cristo, o relato escrito mais antigo de uma dissecação conhecido foi grego Teofrasto (? – 287 a. C.), discípulo de Aristóteles, que a nominou de anatomia (em grego, “*anna temnein*”). Na Grécia antiga, temos vários nomes ligados ao estudo da anatomia: Herófilo, Anaxágoras, Esculápio e Aristóteles (a.C.), Galeno (130-210 d.C.) na antiga Alexandria e Avicena (980-1037 d.C.) no mundo árabe, são nomes de grande importância no estudo da anatomia.

A partir do ano 150 a.C. o uso da dissecação foi proibido, por razões éticas e religiosas, considerava sacrilégio dissecar cadáveres humanos, pois se considerava a unidade do corpo e alma, desta maneira os estudos e conhecimentos anatômicos sobre o corpo humano eram obtidos de maneira análoga, através de disseções em animais, continuando assim até o século XIV.

Na época do Renascimento, a dissecação humana nas universidades europeias estabelecidas foi permitida e a ciência Anatomia Humana difundiu-se rapidamente. Pelo ano de 1350, as dissecações humanas tinham se tornado parte integrante do currículo médico, o estudo anatômico não era uma disciplina independente, mas um amparo auxiliar da cirurgia, O histórico do desenvolvimento do estudo da anatomia humana demonstra que a insuficiência de cadáveres para análise muitas vezes foi contornada por meio ilícitos, fato que levou vários países a criar leis para a doação de cadáveres com fins de estudos e pesquisa.

No Brasil, a lei federal nº 8501/1992, regulamenta a doação dos cadáveres para instituições de ensino e pesquisa, mas a escassez de cadáveres e de peças afins isoladas é uma constante, essa dificuldade das academias se estende as instituições de ensino médio, o que torna permanente a busca de materiais e métodos alternativos para o estudo da anatomia humana.

Para Gardner et al. (1988) a anatomia humana “estuda a composição corporal no âmbito macro e microscópico e para isso, necessita da manipulação de peças provenientes de cadáveres”. No estudo da anatomia humana, Melo (2007), defende que o contato direto com as estruturas anatômicas é extremamente importante, já que facilita a compreensão dos detalhes, dimensões, texturas, ou seja, a visualização direta é de fundamental importância para que os estudantes possam obter um bom aprendizado. Peças orgânicas frescas oferecem o máximo em textura e fidelidade estrutural pois não exibem as modificações típicas dos diversos processos de fixação, porém são frágeis e de difícil obtenção (FEIJO, 2004), sendo assim, vários fatores devem ser analisados na escolha da melhor forma de conservação de peças anatômicas. Os custos, a toxicidade, a técnica, o manuseio das peças após o preparo, a obrigatoriedade de manutenção, a preservação da morfologia e coloração as mais próximas possíveis do estado real, o odor são alguns dos fatores a serem avaliados. Nesse sentido, diversas técnicas anatômicas são empregadas para conservação do material e possuem a finalidade de preservar a forma, cor, aparência, dimensões e relações dos órgãos e estruturas analisadas, e muitas delas demandam de alto investimento, que as torna proibitivas na sua produção em larga escala.

No estudo das diversas áreas da Biologia, aulas práticas são ministradas habitualmente para oportunizar um melhor entendimento e apropriação do conhecimento teórico. Essa prática didática é unanimidade no ensino da anatomia humana e tem como função predominante, incitar e preservar o interesse dos estudantes.

Ao ponderar a relevância do ensino prático, Schön (2000) defende que uma atividade prática é um mundo potencial, permitindo aos estudantes, aprender as características primordiais do objeto de estudo. Ribeiro (2004), argumenta que a deficiência de material didático é fator limitante do aprendizado, essencialmente na área morfológica. A carência de laboratórios associados a ausência de material didático especializado estruturados nas instituições de ensino, limitam as dinâmicas dos processos de estudo, sendo na maioria das vezes, abstratas, dificultando, assim, o processo de aprendizagem, principalmente na área morfológica (FREITAS, 2008).

Segundo Souza et al. (2008), o uso e aplicação de materiais de baixo custo, encontrados no cotidiano, possibilita proporcionar aulas motivadoras, atrativas, onde os estudantes estão intimamente envolvidos na concepção, desenvolvimento e apropriação do conhecimento. A utilização de modelos didáticos alternativos de ensino oportuniza aos discentes formar uma imagem mais próxima das estruturas dinâmicas reais (FREITAS, 2008), facilitando o processo de ensino e aprendizagem nos diferentes níveis de ensino (JUSTINA e FERLA, 2006).

Atualmente, nas instituições de ensino, há uma busca de métodos inovadores e a utilização de recursos didáticos apropriados para facilitar o processo de ensino-aprendizagem. Esses métodos alternativos auxiliam no estabelecimento dos conhecimentos e tornam-se um recurso facilitador da compreensão e fixador de temas, já que as representações funcionam como um elo de contato com a realidade dos órgãos para cada estudante, demonstrando uma visão diferente do mundo morfológico (CAMPUS NETO et al., 2008; VERRI et al., 2008).

O ensino de Ciências e Biologia necessita de uma íntima relação entre a teoria e a prática, uma ciência experimental e de comprovação científica que deve ser ensinada com estratégias didáticas que promovam uma prática transformadora, adaptada à realidade, com objetivos bem definidos, sem ser apenas uma prática pela prática. Para isto deverá ter uma estratégia didática e efetivação da práxis (KOVALICZN, 1999, p. 4).

Há necessidade de aprofundar o estudo de ambientes educativos não tradicionais, que oportunizem aos estudantes o entendimento, e que possam construir significado a partir de aplicações no cotidiano. É preciso erradicar do público leigo “a visão da ciência como algo muito além do conhecimento do cidadão comum e próxima de uma visão dogmática da verdade” (GERMANO, 2005). Para isso, é essencial divulgar a ciência de modo a torná-la popular a todos (VARGAS et al, 2014).

Poucos trabalhos relatam a utilização de material de baixo custo para a área de Ciências Biológicas, entretanto, na área de Física e Química, estes são mais comuns. Na busca de um material barato, fácil acesso e manipulação, encontramos a resina de poliéster para produção de material didático. Esta, além de ser relativamente fácil de manusear, possui um baixo custo, acesso simples, livre da necessidade de licenças especiais e apresenta boas propriedades químicas e mecânicas. As resinas dão origem a peças resistentes, duráveis e de alta qualidade, utilizadas tanto na indústria em larga escala quanto no artesanato. Vários autores reconhecem a importância da criação e uso de alternativas didáticas inovadoras, saindo do tradicional quadro-giz, para um maior envolvimento dos estudantes, e os modelos didáticos são

significativos pois permitem ao discente construir o conhecimento sobre o objeto de estudo ao invés de apenas receber informações teóricas e práticas sobre o assunto abordado. Além disso, a diversidade do material pedagógico, nesse caso o modelo didático, facilita o aprendizado, tornando as aulas práticas mais dinâmicas e produtivas, proporcionando uma maior assimilação e entendimento do conteúdo ministrado (MOLINARI et al., 1999; SILVA et. al, 2012).

A resina poliéster insaturada é cristalina e se transforma do estado líquido para o sólido por meio de uma reação química popularmente conhecida como ‘cura’ ou ‘polimerização’. Esta reação é iniciada logo após a adição de aceleradores, catalisadores e aditivos que servem para acelerar a cura da resina. Após certo período, a resina líquida se transforma num material gelatinoso, que não pode ser mais manuseado. Depois disso, ocorre o processo de polimerização da resina, processo exotérmico, onde a dissipação do calor e a velocidade de reação da resina poliéster depende de uma série de fatores, como a sua reatividade, o teor de acelerador e de catalisador adicionado, o tipo de fibra utilizado e as condições do ambiente em que a peça está sendo fabricada.

Devido as suas características de transparência, ser inerte, grande resistência e durabilidade, visualizou-se a possibilidade de inclusão de cortes anatômicos de encéfalos de vertebrados após a fixação e possível coloração em resina acrílica de poliéster para a apresentação destes materiais em sala de aula, onde os estudantes poderão ver, tocar, estudar, manusear as peças, sem preocupação com danos ao material e a saúde dos mesmos. Serão testados possibilidades e uso destes cortes semifinos em projetores de transparência tipo retroprojetores.

1.1 ENSINO-APRENDIZAGEM

O processo de ensino e aprendizagem está diretamente ligado à educação, sendo que o ensino é a organização, a mediação de conhecimentos e experiências, onde se deve considerar o conhecimento prévio, a capacidade e a necessidade de aprender do educando; enquanto a aprendizagem está relacionada com as habilidades do indivíduo, onde não se consiste em somente reproduzir conteúdo, copiar um fato ou conhecimento através da memorização, mas também reelaborar os conceitos já obtidos, atribuindo-lhes novos significados (LIMA, 2010; VYGOTSKY, 1989). Ensino e aprendizagem se espelham nas figuras do professor e do estudante, criando uma via de mão dupla, onde a resposta do estudante a assimilação do conhecimento orienta a ação do professor no encaminhamento do ensino.

O avançar do processo depende das correlações entre os envolvidos, nesse processo a motivação deve estar presente em todos os momentos. Cabe ao professor facilitar a construção do sistema de formação, motivando o estudante desenvolver a aprendizagem, utilizando recursos didático-pedagógicos (CASTOLDI e POLINARSKI, 2009; KUBO e BOTOMÉ, 2001). Constrói-se o conhecimento através de aulas teóricas, práticas e vivenciadas, formando uma atitude científica (FUMAGALLI, 1993).

Segundo Saraiva (1998) o ensino de ciências deve ter o compromisso de estimular atitudes científicas como: observar, relacionar e classificar, dentre outras, favorecendo o raciocínio das crianças sobre objetos e situações com significado concreto. O método da descoberta pode ser utilizado e aperfeiçoado apresentando materiais manipuláveis.

A produção desse material possibilitaria a visualização de estruturas biológicas de maneira simples, rápida, interativa, em sala de aula, desvinculando a necessidade de um laboratório de ciências, facilitando a dinâmica ensino-aprendizagem.

1.2 MODELOS DIDÁTICOS UTILIZADOS PARA O ENSINO

Os modelos pedagógicos referem-se a uma representação simplificada de uma ideia, objeto, evento, processo ou sistema que se constitua em objeto de estudo, tendo como objetivo favorecer o processo de aprendizagem significativa, por parte dos estudantes. Os modelos didáticos permitem a experimentação, o que direcionam os discentes a relacionar teoria (leis, princípios, etc.) e a prática (trabalhos experimentais). Assim os ajuda a compreender os conceitos, a desenvolver habilidades, competências e atitudes, contribuindo, também, para reflexões sobre o mundo em que vivem (KRAPAS et al, 1997; CAVALCANTE e SILVA, 2008). Um conjunto de práticas contribuem para aperfeiçoar o conhecimento, para além das aulas teóricas aumentam significativamente o processo ensino-aprendizagem. A carência de material para elaboração e realização de aulas práticas é uma constante e os modelos didáticos suprem satisfatoriamente essa necessidade pois os modelos didáticos auxiliam no desenvolvimento da capacidade criativa do estudante. Pode também representar uma construção do conhecimento que pode ser utilizada como referência, uma imagem analógica que permite materializar uma ideia ou um conceito, tornando-os assim, diretamente assimiláveis (GIORDAN & VECCHI, 1996). Os modelos didáticos também são bastante relevantes, pois permitem ao estudante construir o conhecimento sobre o objeto de estudo ao invés de apenas receber informações teóricas e práticas sobre o assunto abordado. Além disso,

a diversidade do material pedagógico facilita o aprendizado, tornando as aulas práticas mais dinâmicas, produtivas e atrativas estimulando o discente (MOLINARI et al., 1999).

1.3 JUSTIFICATIVA

Esta modalidade de preservação, devido as características da resina de poliéster uma vez catalisada, permite aos alunos o manuseio das peças sem algumas preocupações sempre presentes ao se apresentar material biológico preservado quimicamente. A incorporação de amostras em resina opticamente clara é uma abordagem que mantém a capacidade de ver recursos de diagnóstico, maximizando a resiliência da amostra e minimizando o risco de exposição a agentes infecciosos.

A impossibilidade de manuseio do material em questão, sem a devida preparação, impõe risco a saúde dos alunos e tutores derivados da agressividade dos fixadores utilizados mais comumente como a formalina 40%, clorofórmio 90% e álcool 70%. Deve ser considerado que peças neuroanatômicas são extremamente frágeis, e mesmo que o produto utilizado como fixador seja atóxico e inodoro, a exemplo da glicerina, estas não podem ser oferecidas a manipulação, mesmo que sob supervisão técnica, devido ao risco de danos e degradação bastante rápida da qualidade do acervo. Neste ponto lembramos que alguns de nós somos cinestésicos e aprendemos muito mais facilmente por meio do manuseio.

Esta metodologia é pautada pelo custo reduzido, além disto, a resina de poliéster é bastante resistente a quedas e impactos e apesar de ser sensível a riscos e abrasão é possível polir a superfície quando necessário. Também é possível incluir tecido biológico previamente corado para evidenciar subestruturas sem alterar a transparência do meio, bem como textos, setas indicadoras de estruturas ou qualquer elemento que não seja sensível a solventes orgânicos.

O ensino da neuroanatomia normalmente esbarra na dificuldade da sua apresentação, pois a explanação teórica auditiva é complexa, sua morfologia possui várias estruturas e diversos nomes, o que torna o assunto pouco interessante para a maioria dos estudantes. Atualmente os professores enfrentam diversos obstáculos na prática de ensino, dentre eles, o desinteresse por parte dos estudantes, a falta de recursos para proporcionar um maior aporte didático e de qualidade, levando quase sempre a uma desmotivação do docente.

Silva e Zanon (2000, p.182) discorrem que os professores relatam a importância do ensino experimental para melhorar o ensino e a aprendizagem e sobre a falta de materiais próprios para este uso.

A utilização de formas gráficas, bidimensionais, auxilia na organização das informações recebidas pois diagramas visuais revelam padrões que favorecem a inter-relação do conteúdo exposto. A utilização de peças anatômicas para uma atividade prática é dificultada pelas técnicas utilizadas na sua preparação e posterior conservação, visto que se faz necessárias substâncias químicas que podem ser tóxicas, provocar irritação e com potencial de abuso.

Diversos autores reconhecem a importância de se criar alternativas que fogem ao quadro e giz para que haja um maior envolvimento dos estudantes e que também haja uma maior assimilação e entendimento do conteúdo ministrado. (ALMEIDA, P. L., 1998; CAMPOS, L. M. L., et al. 2011; Lima e Silva, et al. 2011).

Diante dessa situação percebe-se a necessidade de se desenvolver um conjunto de métodos e procedimentos para a produção de material didático que seja de baixo custo, boa qualidade e grande durabilidade para que seja manuseado pelos estudantes, sendo que a aprendizagem auditiva e visual se aliam a aprendizagem cenestésica, configurando o método VAC (visual, auditivo e cenestésico).

Esta teoria VAC, foi desenvolvida por Fernald e Keller e Orton- Gillingham e pressupõe que a aprendizagem ocorre por meio dos sentidos visual, auditivo e tátil, ou seja, a maioria dos estudantes possuiu um estilo preponderante ou predileto para aprender os conteúdos das mais variadas disciplinas, podendo ainda haver alguns em que há a mistura equilibrada dos três estilos: visual, auditivo e cenestésico.

O melhor investimento a ser realizado na educação deve ser no estudante. Não são todas as escolas que possuem laboratório de ciências, e na maioria delas, quando possuem um laboratório, este é insatisfatório e deficiente. A observação de estruturas biológicas, micro ou macroscópicas, é um problema no ensino de Biologia. Esses problemas fazem que os estudantes percam o estímulo e o interesse no estudo, pois ficam restritos a explicação teórica e imagens bidimensionais dos livros didáticos.

Para escapar dessa realidade, é necessário facilitar ao estudante o acesso a materiais que normalmente ficariam expostos nos laboratórios, mais que só observar, poder tocar no material, ainda que indiretamente, cria o estímulo necessário para que haja a continuidade da necessidade de informação, crescimento pessoal e reflexão sobre si próprio e o mundo que o cerca.

Diversas técnicas vêm sendo desenvolvidas para produção de materiais didáticos de baixo custo. Entre elas, priorizam-se aquelas que preservam a cor, forma, aparência e dimensões das

estruturas e podem ser feitas com gesso, silicone, biscoito, látex e resina de poliéster. (RODRIGUES, 1973; MIRANDA-NETTO, 1990).

O uso de modelos acrílicos e materiais conservados e emblocados em resina acrílica, que possam ser levados para a sala de aula trazem ao estudante o conteúdo estudado de maneira palpável, cenestésico, não somente algo restrito a explicação teórica e a imagem estanque do livro didático.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

- Uso da resina acrílica para a inclusão de cortes semifinos de tecido nervoso de vertebrados, confeccionando modelos didáticos no intuito de suprir a impossibilidade da utilização de peças reais na realização de aulas teórico-práticas.

2.2 Objetivos específicos

- Elaborar e detalhar uma metodologia de uso da resina acrílica para inclusão de peças anatômicas.
- Desenvolver um protocolo de incorporação de resina que maximize a qualidade do produto, minimizando o custo por unidade.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os materiais didáticos são entendidos como recursos necessários e facilitadores da aprendizagem (YOSHIKAWA, 2010, p. 47), devendo-se considerar as alternativas de ensino apropriadas a cada tipo de conteúdo, às necessidades específicas do contexto educativo, assim como, às necessidades individuais dos estudantes. Tais materiais:

(...) devem ser diversos e diversificáveis, para que, como peças de uma construção, permitam a cada professor elaborar seu projeto específico de intervenção adaptado às necessidades de sua realidade educacional e à sua personalidade. Quanto mais diversos e mais diversificáveis forem os materiais, mais fácil

será a elaboração de propostas singulares (ZABALA, 1998 apud YOSHIKAWA, 2010, p. 47).

3.1 Preparo do material a ser incluído:

- Material teste: pétalas de flores

Visando desenvolver uma técnica adequada quanto ao uso da resina acrílica, visto que a mesma apresenta mudanças térmicas e mecânicas durante o processo de polimerização, optou-se por utilizar objetos delicados como pétalas de rosas (*Rosa sp*), estas apresentam pouca espessura, área ampla e fácil observação de suas possíveis modificações. Este tipo de teste é útil para avaliar o comportamento do lote de resina e catalisador a ser utilizado e suas devidas proporções.

- Peças anatômicas de encéfalo de cão

Encéfalos de cão excedentes da disciplina de anatomia veterinária previamente fixados por perfusão com formol a 4%, lavados em água corrente e deixados secar em temperatura ambiente sobre papel absorvente por aproximadamente por duas horas e resfriados por uma hora em geladeira doméstica (4C°). (FIGURA 1)

FIGURA 1: ENCÉFALO DE CÃO



Encéfalo de cão preservado em formol 4%

Fonte: compilação do autor

O material foi fatiado em uma máquina de cortar frios comum (FIGURA 2) em fatias de 0,5mm de espessura ou ao menor limite possível. Objetivou-se incluir cortes nos planos sagital, coronal e horizontal. O material anatômico será gentilmente cedido pelo Prof. Dr. Edison Prisco Faria.

FIGURA 2: MÁQUINA DE CORTAR FRIOS



Máquina de cortar frios manual

Fonte: compilação do autor

Para a facilitação do corte na máquina de frios (FIGURA 3), visto que a peça anatômica escolhida é pouco friável, decidiu-se embutir a peça em alginato, o que se demonstrou bastante eficiente (FIGURAS 4 e 5) em detrimento de alternativas testadas como parafina, paraplaste e espuma expansiva.

FIGURA 3: CORTE DO MATERIAL



Material preparado para corte

Fonte: compilação do autor

FIGURA 4: ASPECTO DO MATERIAL APÓS CORTE CORONAL



Material pós corte na máquina de fatiar frios

Fonte: compilação do autor

FIGURA 5: ASPECTO DO MATERIAL APÓS CORTE E RETIRADO DO BLOCO DE ALGINATO

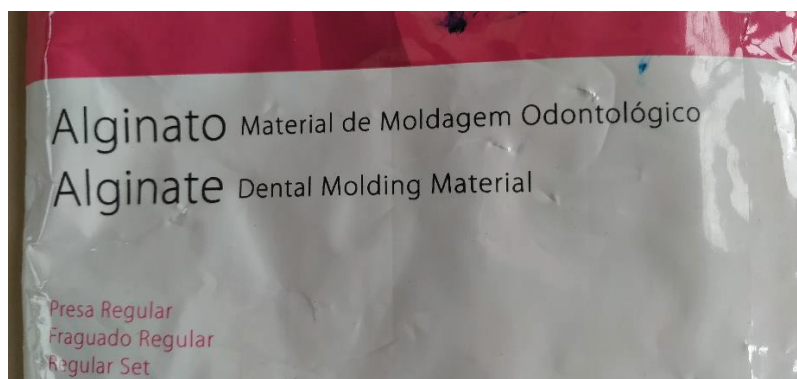


Material pós corte e retirada o bloco de alginato utilizado para estabilização

Fonte: compilação do autor

O alginato (FIGURA 6) é um hidro coloide irreversível bastante usado em odontologia. Composto principalmente de terra diatomácea, alginato de potássio e sulfato de cálcio, esse material utilizado para moldagem ortodôntica possui diversas vantagens: fácil manipulação, baixo custo, ser hidrofílico e de fácil limpeza e controle no tempo de trabalho mediante a variação da temperatura da água.

FIGURA 6: ALGINATO UTILIZADO NA PREPARAÇÃO DO MATERIAL



Embalagem de alginato odontológico

Fonte: compilação do autor

Como a composição do pó possui elementos de diferentes densidades, é altamente recomendado que o pote utilizado na preparação seja agitado antes do uso para a homogeneização do conteúdo. A proporção pó-água nunca deve ser alterada com o objetivo de modificar o tempo de geleificação, uma menor quantidade de água não permite que o pó reaja adequadamente, trazendo instabilidade dimensional e menor adesão a peça anatômica, já uma maior quantidade de água faz com que as fibras coloidais fiquem dispersas em uma área maior, provocando seu afastamento e consequente enfraquecimento da estrutura do gel. O tempo de geleificação pode ser alterado por meio da modificação da temperatura da água: a cada grau que se diminui na temperatura, aumenta-se em cerca de seis segundos o tempo de trabalho.

O tempo de manipulação deve seguir as recomendações do fabricante, sendo em geral de 45 segundos. Todo o manuseio (FIGURA 7) deve ser realizado de uma única vez pois o material uma vez solidificado apresenta pouca ou nenhuma aderência a aplicação de uma segunda camada do gel. Durante a utilização do alginato é indicado o uso de máscara de proteção, o produto contém sílica e a inalação do pó pode ser prejudicial à saúde.

FIGURA 7: PREPARAÇÃO DA PEÇA ANATÔMICA E INCLUSÃO NO ALGINATO



Preparação e inclusão do material em alginato

Fonte: compilação do autor

FIGURA 8: ASPECTO DO BLOCO DE ALGINATO APÓS RETIRADO DO MOLDE



Aspecto do bloco de alginato após estabilização do material

Fonte: compilação do autor

3.2 Preparo da resina

A resina de poliéster (Resapol® T-208 - Reichhold do Brasil Ltda.) é comercializada em estado líquido, que se polimeriza ao se adicionar peróxido de hidrogênio (catalisador), numa proporção ideal de 60 gotas/litro de resina, aproximadamente 1% (FIGURA 9). Adiciona-se acetona 10% comercializado juntamente com a resina sob o rótulo de “desaerante” que atua

como clareador e desaerante (reduz a tensão superficial, reduzindo o número de bolhas formadas no processo de catálise). A resina pode ser usada com ou sem desgaseificação a vácuo.

A manipulação deste material deve ser feita em capela de exaustão, uma vez que este material volatiliza benzeno durante a catálise, mas ao término desta torna-se inerte.

FIGURA 9: PREPARAÇÃO DA RESINA DE POLIÉSTER



Resina de poliéster e catalisador

Fonte: compilação do autor

A resina é ideal para incorporação, preservação e apresentação de material biológico. A RP também é aplicada em estudos científicos em anatomia por suas propriedades de penetração capilar e baixo índice de retração após a injeção e fixação (2%), permitindo assim uma representação fidedigna das estruturas.

Diferentes tipos de materiais requerem diferentes preparações, de maneira geral o material a ser emblocado deve estar seco, as possibilidades são muitas: pedras, conchas, folhas, flores, insetos, peças orgânicas variadas e cada tipo de material tem sua particularidade na preparação e emolduramento.

Preparação inicial 25°C (1% MEKP) 10min	Tempo de manuseio 25°C (1% MEKP) 15min	Cura e desmolde 25°C (1% MEKP) 24-48h
---	--	---

Tabela 1: Mistura resina x catalisador e tempos de polimerização.

A mistura inicial deve ser feita lentamente, de modo a evitar o surgimento e aprisionamento de bolhas na resina ainda líquida e atentar as laterais e fundo do copo certificando uma mistura completa e homogênea. Neste ponto o uso de recipientes plásticos deve ser evitado uma vez que reagem com o poliéster. Utilizando blocos de montar tipo lego se constrói um recipiente/molde de tamanho adequado ao material a ser emblocado, é importante tomar o cuidado de usar um desmoldante (aerossol desengripante) de forma a impedir que a resina reaja com o plástico dos blocos de montar (FIGURA 10).

FIGURA 10: PREPARAÇÃO DO MOLDE



Desengripante comercial utilizado para facilitar a retirada do bloco de resina da caixa estanque

Fonte: compilação do autor

O primeiro passo (FIGURA 11) é criar uma primeira camada de resina no assoalho do recipiente montado, impedindo que o material a ser emblocado fique muito próximo da superfície do bloco após montado. Aguarda-se a catalise parcial desta camada (Tabela 1) antes de centralizar o material a ser incluído.

FIGURA 11: PREPARAÇÃO DA PRIMEIRA CAMADA DE RESINA ANTES DA ADIÇÃO DO MATERIAL

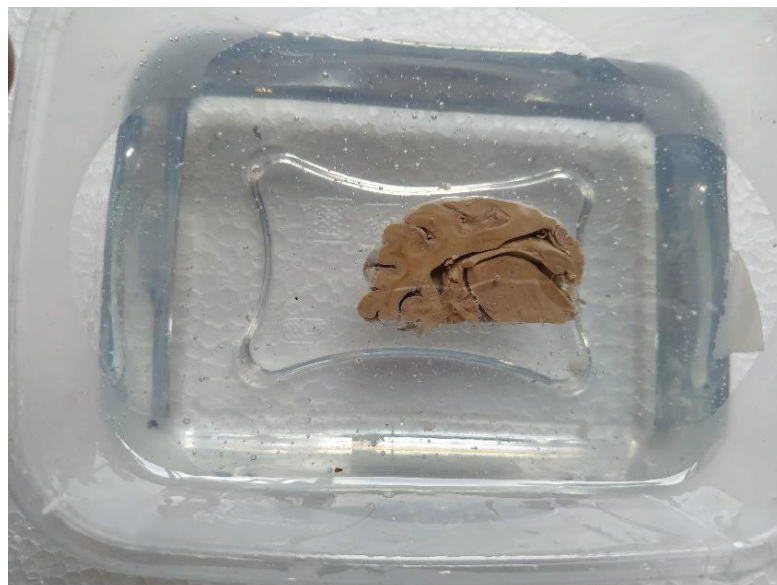


Primeira etapa da adição do material em resina, primeira camada de resina

Fonte: compilação do autor

A catalise parcial aumenta a viscosidade da resina o que estabiliza o material, facilitando a adição da segunda camada (FIGURA 12), que cobrirá todo o material preparado (FIGURA 13). A temperatura ambiente influencia o tempo de catalise, mais rápida em maior temperatura. A polimerização completa ocorre em aproximadamente uma semana (FIGURA 14).

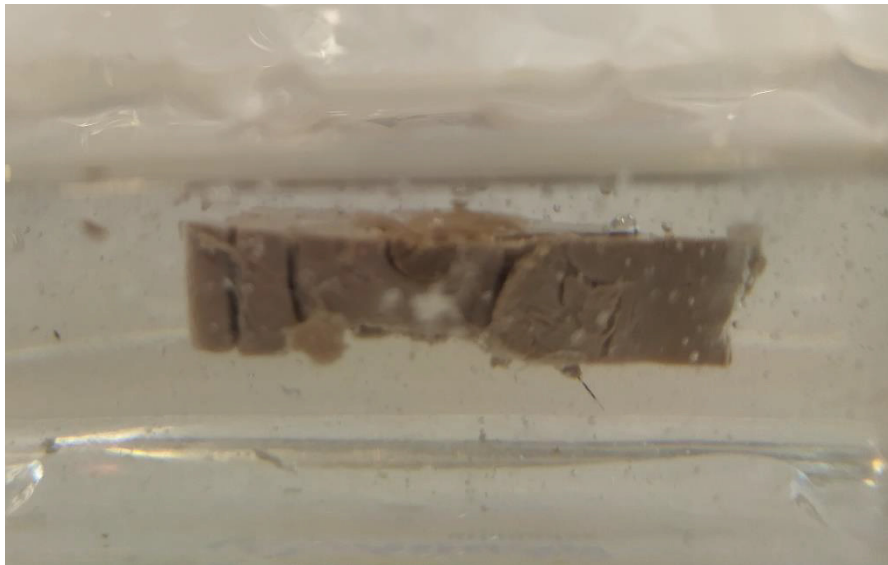
FIGURA 12: ADIÇÃO DO MATERIAL NA PRIMEIRA CAMADA DE RESINA



Adição do material na primeira camada de resina

Fonte: compilação do autor

FIGURA 13: MATERIAL INTEIRAMENTE MERGULHADO NA RESINA

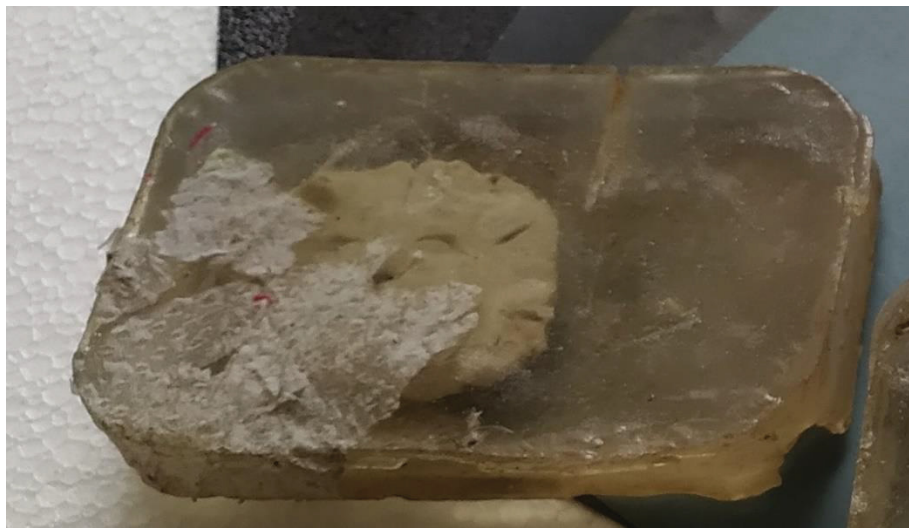


Material embocado em resina, vista lateral

Fonte: compilação do autor

Baixas temperaturas e pressão levemente negativa aumentam o tempo de catálise, porém melhora a qualidade final do bloco. A catálise, como já citado, é exotérmica e pode chegar a 50° C, fato que tende a escurecer a peça anatômica incluída e a baixa pressão reduz a formação de microbolhas no bloco, melhorando a transparência do resultado final. Para criar estas condições durante a catálise, a maneira ideal seria a utilização de uma caixa cúbica com 40cm de lado feita de acrílico transparente de 0,5 cm de espessura com tampa hermética será acoplada a uma bomba de vácuo de uso clínico por um tubo de PVC de 1/8 de polegada será acomodado em uma geladeira convencional. Bons resultados são obtidos com a catálise ocorrendo a temperatura ambiente e em capela de exaustão.

FIGURA 14: MATERIAL EMBLOCADO PÓS POLIMERIZAÇÃO COMPLETA DA RESINA

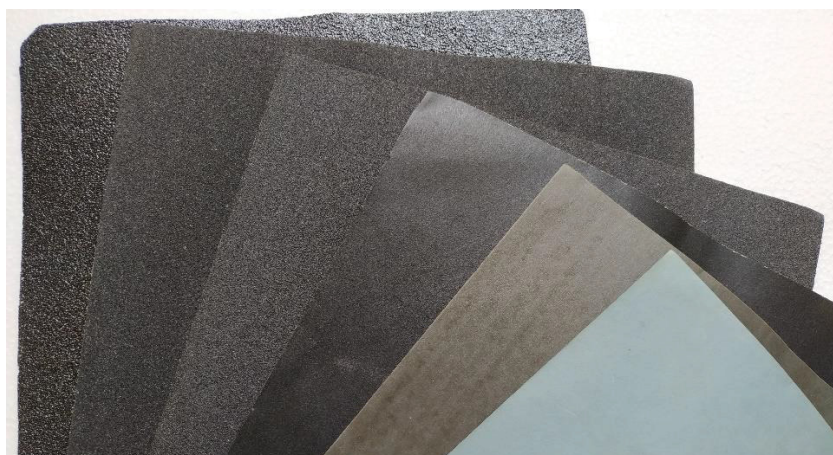


Bloco de resina pós polimerização completa

Fonte: compilação do autor

Após polimerização completa (mínimo 48 horas) é possível realizar a usinagem ou polimento da peça montada para possibilitar a observação efetiva do material emblocado, para isso se faz necessário lixar a superfície da resina com lixas d'água (FIGURA 15), facilmente encontradas em lojas de pinturas, iniciando com granulação 100, e progressivamente chegar a granulação 2.000 (100, 200, 400, 600, 1000, 1600 e 2000 sucessivamente). Atentar a não ultrapassar 72°C na usinagem ou polimento para evitar danos ao material (FIGURA 16).

FIGURA 15: LIXAS UTILIZADAS NA FINALIZAÇÃO DO MATERIAL



Lixas de diversas gramaturas para finalização

Fonte: compilação do autor

Se após o período de 48 horas não ocorreu a polimerização completa, pode-se colocar a peça montada num ambiente quente para acelerar o processo de cura.

FIGURA 16: LIXAS E BLOCOS POLIMERIZADOS EM DIFERENTES ESTÁGIOS DE ACABAMENTO



Blocos de resina em diferentes estágios de acabamento

Fonte: compilação do autor

Como resultado final a superfície do bloco acrílico estará totalmente lisa, transparente, evidenciando o material a ser observado (FIGURAS 17 e 18).

FIGURA 17: PROTÓTIPO FINALIZADO



Modelo protótipo pós polimento final

Fonte: compilação do autor

FIGURA 18: PROTÓTIPO FINALIZADO



Modelo protótipo pós polimento final

Fonte: compilação do autor

4 RESULTADOS

O resultado obtido com este trabalho foi a produção de material didático de baixo custo, grande durabilidade e qualidade, permitindo visualização e manuseio pelos estudantes no ensino da anatomia. A principal vantagem do uso da resina de poliéster é a sua estabilidade mecânica, física e elétrica. É um material resistente, apresenta ausência de cor, rigidez, grande durabilidade, fácil manuseio e restauração e com menor custo em relação a outras resinas, podendo ser obtidos diversos modelos didáticos como peças anatômicas do sistema esquelético, nervoso etc. O aspecto prático é muito importante para o processo de aprendizagem, especialmente para estruturas complexas onde é necessária uma compreensão da organização tridimensional e os modelos fixados e emblocados são altamente apreciados por estudantes e professores.

As superfícies traseiras das peças fundidas podem ser pintadas com laca branca se for desejado um fundo branco permanente.

O material pode ser produzido por qualquer pessoa que tenha um pouco de habilidades manuais.

A aquisição da matéria prima é de fácil acesso e simples manuseio, deve-se citar que o alginato utilizado estava com o prazo de validade vencido, o que não impede a utilização do mesmo para o uso citado.

O desenvolvimento de um tutorial de vídeo para explicar a técnica desenvolvida demonstra o passo a passo da produção do modelo didático, possibilitando que demais professores possam empregar a proposta no desenvolvimento de novos modelos e aprimoramento de novas técnicas.

O processo de produção permite acondicionar diversos tipos de estruturas anatômicas para estudo, dentre as alternativas, optou-se pelas fatias semifinas de encéfalo de cão, possibilitando ao estudante, observar as estruturas envolvidas. No primeiro modelo construído, foi possível observar a formação de pequenas bolhas de ar, problema que pode ser resolvido ao se controlar a polimerização, tornando-a mais lenta e a mesma ocorrer dentro de ambiente com pressão reduzida, possibilitada por uma pequena bomba de vácuo.

5 DISCUSSÃO

A combinação de peças anatômicas e sua inclusão em resina de poliéster é um método elegante para obter materiais didáticos duráveis e fáceis de usar que não requerem cuidados ou condições especiais e pode ser usado como ferramenta no ensino de anatomia, proporcionando o manuseio tátil em conjunto com material educacional tradicional, configurando a técnica VAC (visual, auditivo e cinestésico).

Nessa consideração o material deveria observar características obrigatórias, ser de fácil produção, fácil manuseio e a técnica de produção ser basicamente um processo artesanal. Limitações à produção do material: custo total, complexidade dos procedimentos de confecção e aquisição dos materiais selecionados, devem ser comuns ao ambiente escolar.

A facilidade na duplicação da técnica utilizada na obtenção de blocos de resina de poliéster associada a uma boa preparação do material biológico, constituem as principais qualidades na produção de excelentes aliados para a utilização em sala de aula no ensino da anatomia humana. A formação de coleções de blocos de resina com peças anatômicas proporciona um importante aliado no reconhecimento das estruturas anatômicas. A referida técnica permite a utilização dos blocos de resina para o ensino da anatomia humana de maneira prática, estética, acessível e duradoura.

Os resultados a serem obtidos a partir deste trabalho na preparação e aplicação da técnica de inclusão em resina de poliéster devem evidenciar vantagens nos resultados estéticos e morfológicos, melhores que os obtidos pelas técnicas tradicionais, permitindo visualização clara e manuseio prático dos blocos pelos estudantes no ensino da anatomia.

6 CONCLUSÃO

Com a realização deste trabalho revelou-se o quanto a inserção de recursos didáticos se faz necessária, principalmente no que se refere a aulas de ciências e biologia.

A supressão de modelos reais, devido a questões legais, pode tornar difícil o acesso do professor a outros tipos de saber, visto que a construção do conhecimento se faz de modo pessoal e único, surgindo aí uma lacuna importante na formação dos estudantes. A utilização de metodologias alternativas deve ser estimulada buscando promover a integração entre a teoria e o desenvolvimento de atividades práticas, possibilitando a participação dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. É importante ter em mente que a diversidade da oferta de material pedagógico é um facilitador para o aprendizado, tornando as aulas práticas mais dinâmicas e produtivas ainda mais em específico para este caso que propicia o manuseio de um recurso didático, físico, palpável e que possibilita a observação tridimensional, em detrimento de metodologias como por exemplo o livro didático que expõe figuras bidimensionais para a visualização. Em relação aos modelos anatômicos propostos durante o trabalho, eles podem ser considerados como recursos significativos para o ensino-aprendizagem de biologia, devido à possibilidade dos estudantes se apropriarem de um conceito concreto das estruturas, porém, para que seja alcançado o seu potencial é imprescindível que seja utilizado de forma conjunta, aliado à teoria, maximizando o aprendizado. Esse material contribui no sentido de complementar as aulas de cunho expositivo, de forma a auxiliar o professor no momento da construção do conhecimento.

O modelo produzido demonstrou que a técnica descrita é bastante viável, resultando num material barato, seguro, durável. A potencialidade da técnica apresentada pode ser utilizada em outros materiais frágeis (peças anatômicas, artrópodes, fósseis, conchas etc.) e de grande valia no processo de ensino, não descartando a possibilidade da criação de um acervo didático móvel, o que amplia e corrobora com a propagação do estudo de ciências.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, P. L. **Educação lúdica: técnicas e jogos pedagógicos**. 5º ed. São Paulo: Loyola, 1998.
- CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. **A Utilização de Recursos Didático-Pedagógicos na Motivação da Aprendizagem**. I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, 2009.
- CAMPUS NETO, F.H.C; MAIA, NMF.ES; GUERRA, E.M.D. **A experiência de ensino da anatomia humana baseada na clínica**. Fortaleza: Universidade Metropolitana de Fortaleza; Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Anatomia, 2008.
- CAVALCANTE, D. D. & SILVA, A. de F. A. de. **Modelos didáticos e professores: concepções de ensino-aprendizagem e experimentações**. In: XIV Encontro Nacional de Ensino de Química, Curitiba, UFPR, 2008.
- DANGELO, J.G.; FATTINI, C.A. **Anatomia Humana Sistêmica e Segmentar**. 3 Ed. São Paulo: Atheneu, 2007.
- FEIJÓ AGS. **A função dos comitês de ética institucionais ao uso de animais na investigação científica e docência**. Bioética, 2004.
- FREITAS, L.A.M. et. al. **Construção de modelos embriológicos com material reciclável para uso didático**. Biosci. J., 2008.
- GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. Porto Alegre: Artes Médicas. 1996. GRAY, H. Gray Anatomia. 29ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1977.
- FUMAGALLI, L. **El desafío de enseñar ciencias naturales. Una propuesta didáctica para la escuela media**. Troquel, 1993.
- GARDNER E et al. **Anatomia Geral — Introdução. Anatomia — Estudo Regional do Corpo Humano**. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1971.
- GERMANO, M. **Popularização da ciência como ação cultural libertadora**. Em: Universidade Federal de Pernambuco, V Colóquio Internacional Paulo Freire: Desafio à Sociedade Multicultural. Recife: UFPE. 2005.
- JUSTINA, L.; FERLA, M.R. **A utilização de modelos didáticos no ensino de genética: exemplos de representação de compactação do DNA eucarioto**. Arq Mundi, 2006.
- KAPRAS, S. et al. **Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em ensino de ciências**. Revista Investigação no Ensino de Ciências, 1997.
- KOVALICZN, R. A. **O professor de Ciências e de Biologia frente as parasitoses comuns em escolares**. Mestrado em Educação. UEPG, 1999.
- KUBO, O. M.; BOTOMÉ, S. P. **Ensino-aprendizagem: uma interação entre dois processos comportamentais**. Interação, v.5, 2001.

LIMA, P. A. **Educação inclusiva: indagações e ações nas áreas da educação e saúde**. São Paulo: Avercamp, 2010.

MELO, J.S.S. et al. **Uso da Realidade Virtual em Sistemas Tutores Inteligentes Destinados ao Ensino de Anatomia Humana**. Simpósio Brasileiro de Informática na Educação, v. 17, 2007.

MOLINARI SL, MONTEIRO AS, MIRANDA-NETO MH. **Práticas para abordar o tema sistema esquelético**. Arq Apadec, 1999.

OLIVEIRA IM, MINDÊLLO MMA, MARTINS YO, SILVA FILHO AR. **Análise de peças anatômicas preservadas com resina de poliéster para estudo em anatomia humana**. Rev Col Bras Cir. [periódico na Internet] 2013.

RIBEIRO, M. G. **Inclusão sócio-educacional no ensino de ciências integra alunos e coloca a célula ao alcance da mão**. In: ENCONTRO DE EXTENSÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS, Belo Horizonte, 2004.

RODRIGUES, H. **Técnicas anatômicas**. 2 ed. Vitória – ES, 1973.

SARAIVA, J. A. F. **O papel da experiência no ensino de ciências**. In GOULART, Barbosa Isis et al. (Org.). **Educação uma perspectiva construtivista: reflexões de uma equipe multidisciplinar**. São Paulo: Vozes, 1998.

SILVA, L. H. A; ZANON, L. B. **Experimentação no ensino de ciências**. In: SCHNETZER, Roseli P.; ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.) **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas: V Gráfica, 2000.

SCHÖN, D.A. **Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.

SILVA, M.S.L; MACHADO, H.A.; BIAZUSSI, H.M. **Produção de Material Didático Alternativo para Aula Prática de Anatomia Humana**. VII Connepi, 2012.

SOUZA, D.C.; ANDRADE, G.L.P.; NASCIMENTO JUNIOR, A.F. **Produção de material didático-pedagógico alternativo para o ensino do conceito pirâmide ecológica: um subsídio a educação científica e ambiental**. Fórum Ambiental da Alta Paulista. V. 4, 2008.

TORTORA, G.J. **Princípios de anatomia humana**. 10ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.

VARGAS, L. S.; MENEZES, J.; ALVES, N.; SOSA, P.; MELLO-CARPES, P. B. **Conhecendo o Sistema Nervoso: Ações de Divulgação e Popularização da Neurociência Junto a Estudantes da Rede Pública de Educação Básica**. Ciências & Cognição, 2014.

VERRI, E. D. et al. A. **Análise comparativa da metodologia de estudo para o ensino e aprendizagem de anatomia entre ABP/tradicional**. Ribeirão Preto: UNAERP, Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Anatomia, 2008.

VYGOTSKY, LS. **Formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

YOSHIKAWA, R. C. S. **Possibilidades de aprendizagem na elaboração de materiais didáticos de Biologia com educandos deficientes visuais**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, curso de Pós-graduação em Ensino de Ciências, 2010.